

初期高温履歴が暑中コンクリートの強度発現に与える影響

摂南大学 正会員 ○ 熊野 知司
 阪神高速道路(株) 正会員 佐々木 一則
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 半井 恵介

1. はじめに

富配合ではない土木構造物用のコンクリートであっても、暑中期の施工では、構造物の寸法等の条件によっては材齢初期に高温履歴を受けることが予想される。しかしながら、このようなコンクリートの圧縮強度に関する知見がほとんどないのが現状である。本検討は、初期の高温履歴が普通セメントを用いた土木構造物用コンクリートの圧縮強度に与える影響を検討することを目的とし、大型模擬試験体ならびに室内実験による高温履歴下における圧縮強度データの収集を行った。本報文は、一連の検討結果を報告するものである。

2. 実験概要

大型模擬実験は兵庫県神戸市にあるレディーミクストコンクリート工場のヤード内で行った。図-1に大型模擬試験体の概要を示す。図に示す試験体内3箇所と外部1箇所に熱電対を設置した。表-1に使用材料の一覧を、表-2に配合を示す。圧縮強度試験は、コア(材齢28日、56日、91日)、20℃封緘養生および20℃水中標準養生(材齢28日、91日)とした。コアの採取位置は中心付近とし、上面および下面から100mmを取り除き、φ100×200のコア供試体を4本ずつ採取した。

室内実験はアルミ粘着テープとラップを用いて封緘した供試体に送風定温乾燥機を用いて材齢初期の高温履歴を与えた。最高温度を65℃、75℃、85℃、90℃および95℃の5水準とし、高温履歴は、大型模擬試験体の温度測定結果を参考に設定した。表-3に使用材料の一覧を、表-4に配合を示す。高温履歴は14日間与え、その後、封緘をしたまま実験室内に保存した。20℃水中養生を行う供試体は、材齢1日で脱型し、養生した。圧縮強度試験は、材齢28日と91日で行った。

3. 実験結果および考察

図-2に温度測定結果を示す。打込み温度は35.0℃で材齢44.5時間で中心部の温度が81.2℃となった。図には、2次元のFEMを用いた温度解析結果も示している。各熱物性値は、コンクリート標準示方書にしたがって設定し、断熱材として用いた発泡スチロールの熱伝導率λは0.04W/m℃とした。図-2より、実測値は、解析結果に比べて中心温度が5℃程度低くなった。

図-3に材齢と圧縮強度との関係を示す。大型模擬試験体から採取したコア強度は20℃標準水中養生に比べ4~6N/mm²ほど低めに推移し、20℃封緘養生と同程度の強度発現となった。80℃を超える温度履歴を受ける大型模擬試験体中では強度の発現は

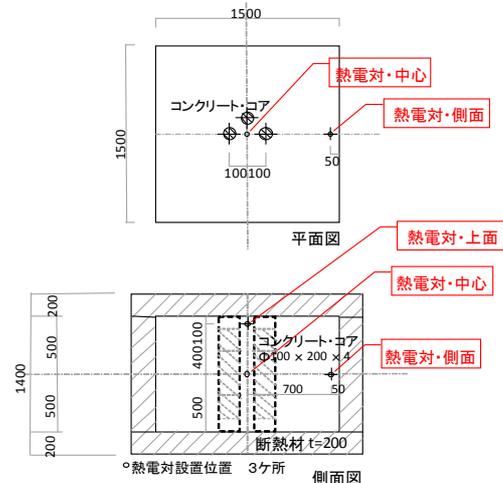


図-1 大型模擬試験体の概要

表-1 大型模擬実験の使用材料

材料	種類
セメント	普通ポルトランドセメント 密度3.15g/cm ³
水	地下水および上澄水
細骨材	S1:福岡県北九州市産砕砂 表乾密度2.68g/cm ³ F.M.:2.55
	S2:兵庫県赤穂市産砕砂 表乾密度2.58g/cm ³ F.M.:2.75
粗骨材	G1:兵庫県赤穂市産砕石 表乾密度2.60g/cm ³ Gmax:20mm
	G2:大分県津久見市産砕石 表乾密度2.69g/cm ³ Gmax:20mm
混和剤	AE減水剤遅延形(高機能タイプ)

表-2 大型模擬実験の配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤 C×%
		W	C	S1	S2	G1	G2	
50	48	175	350	430	414	633	281	1.0

表-3 室内実験の使用材料

材料	種類
セメント	普通ポルトランドセメント 密度3.15g/cm ³
水	水道水
細骨材	岐阜県揖斐川産川砂 表乾密度2.65g/cm ³ F.M.:2.56
粗骨材	大阪府茨木市産砕石 表乾密度2.68g/cm ³ Gmax:20mm
混和剤	AE減水剤遅延形

表-4 室内実験の配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 C×%
		W	C	S	G	
55	44.3	175	318	798	1013	0.25

キーワード 暑中コンクリート, 高温履歴, 大型模擬試験体, 圧縮強度

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8 摂南大学理工学部都市環境工学科 TEL 072-839-9123

鈍化するといえる。

図-4 に室内実験における材齢と圧縮強度の関係を示す。図より、20℃水中標準養生供試体の圧縮強度に比べて高温履歴を受けた供試体の強度は、低めの値で推移することがわかる。このような傾向は大型模擬試験体による実験の傾向と同様であった。高温履歴を受けた供試体のうち、目標最高温度が65℃~90℃の場合は、28日強度、91日強度ともに大差なく、同様の強度発現を示したのに対し、目標最高温度95℃の場合は、材齢28日から91日にかけて強度に変化がなく、増進が見込めない結果となった。

土木構造物のコンクリートの強度管理は、材齢28日の標準水中養生供試体の強度をもとに行われる。図-5 に最高温度の実測値と20℃標準水中養生の28日強度に対する高温履歴を受けた供試体の圧縮強度の比との関係を示す。図より、66℃程度~90℃程度までの範囲では、高温履歴を受けたコンクリートの強度比は、材齢の経過とともに1に近づく傾向となった。一方、最高温度の実測値が90℃を越えた場合の強度比は、0.75程度と大きく低下した。コンクリート標準示方書では、設計基準記強度を材料係数 γ_c で除すことが規定されている。この材料係数 γ_c は、一般的には1.3とされている。すなわち、 $1/1.3=0.77$ を下回れば設計で考慮している安全率を満たさないことになる。最高温度の実測値が90.1℃までの範囲では、材齢91日という比較的長期材齢において1に近づいており、構造物の設計という観点からは安全といえる。

4. まとめ

- (1)大型模擬試験体の温度計測実測値は、FEMの解析値よりも低めの値となった。
- (2)大型模擬試験体および室内実験の結果、最高温度が90℃程度までの場合には、長期材齢において28日水中標準養生供試体の強度に対して大きな強度低下は生じない。

謝辞

本検討は、日本コンクリート工学会近畿支部「暑中コンクリート工事の現状と対策に関する研究専門委員会」の活動の一環として行ったものである。実験の遂行にあたって、大阪兵庫生コンクリート工業組合ならびに日本建築学会近畿支部材料・施工部会の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 桂修, 吉野利彦, 鎌田英治: 高強度マスコンクリートモデルの強度増進と温度・含水履歴, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.1, pp.243-248, 1996.7
- 2) 西田朗, 森田武, 太田達見: 暑中環境における高強度コンクリートの諸性状, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.27, No.1, pp.1111-1116, 2005.6

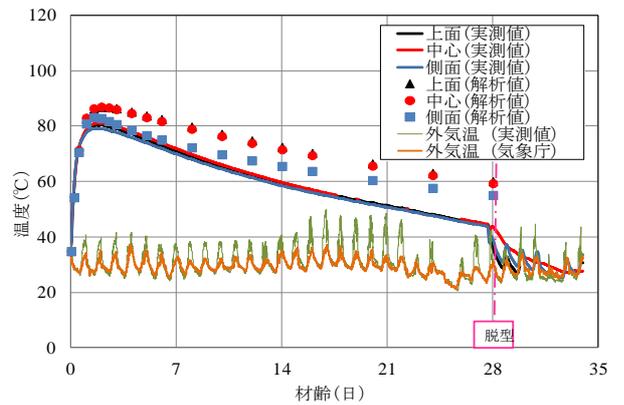


図-2 大型模擬試験体の温度測定結果

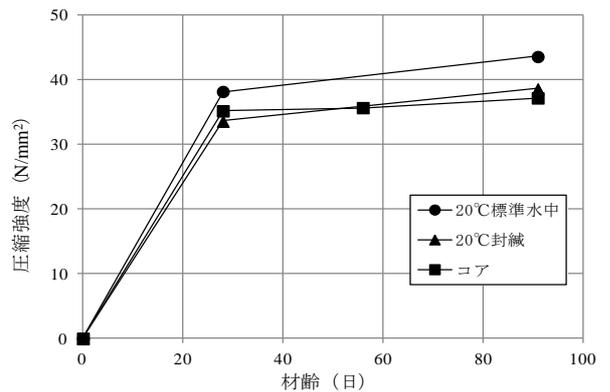


図-3 大型模擬実験の強度試験結果

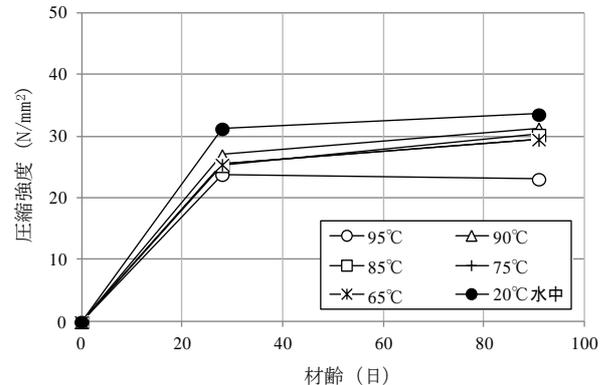


図-4 室内実験の強度試験結果

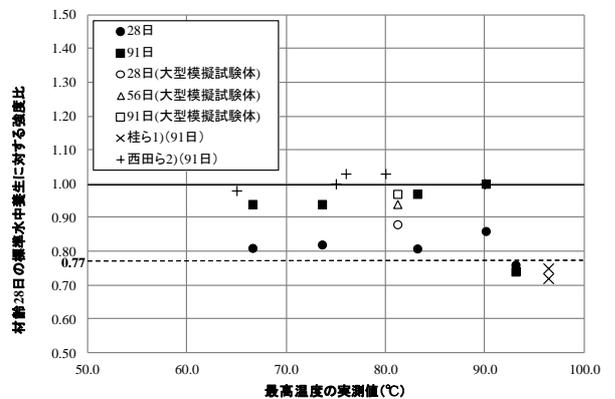


図-5 最高温度の実測値と圧縮強度比との関係